

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-026733

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

H01L 27/12
G02F 1/136
H01L 29/786
H01L 21/336

(21)Application number : 09-193080

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 03.07.1997

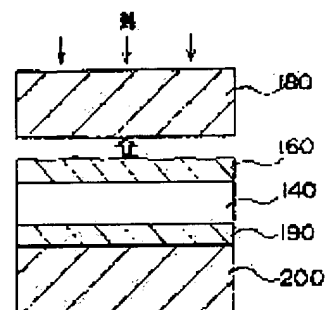
(72)Inventor : SHIMODA TATSUYA
INOUE SATOSHI
MIYAZAWA WAKAO

(54) TRANSFER METHOD OF THIN FILM DEVICE, THIN FILM DEVICE, THIN FILM INTEGRATED CIRCUIT DEVICE, ACTIVE MATRIX SUBSTRATE, LIQUID CRYSTAL DISPLAY AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable independently and freely selecting a substrate to be used at the time of manufacturing a thin film device and a substrate to be used at the time of, e.g. real use of a product, and enable transferring the thin film device on the substrate to be used at the time of real use while the lamination order at the time of manufacturing the thin film device is maintained.

SOLUTION: A first isolation layer like amorphous silicon is arranged on a substrate of high reliability into which a laser light can be transmitted, and a thin film device 140 like a TFT is formed on the substrate. A second isolation layer 160 like a hot-melt adhesive layer is formed on the thin film device 140, and a primary transferring member 180 is formed on the second isolation layer 160. Bonding force of the primary isolation layer is weakened, e.g. by irradiating the first isolation layer with a light, and the substrate is eliminated, so that a thin film device 140 is primarily transferred on the primary transferring member. A secondary transferring member 200 is bonded to the lower surface of the exposed thin film device 140 via an adhesive layer 190. Bonding force is weakened, e.g. by hot-melting the second isolation layer 160, and the primary transferring member is eliminated. Thereby the thin film device 140 is secondarily transferred on the secondary transferring member.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-26733

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | F I |
|-------------------------------|-------|-----------------------|
| H 0 1 L 27/12 | | H 0 1 L 27/12 B |
| G 0 2 F 1/136 | 5 0 0 | G 0 2 F 1/136 5 0 0 |
| H 0 1 L 29/786 | | H 0 1 L 29/78 6 2 6 C |
| 21/336 | | 6 2 6 Z |
| | | 6 2 7 D |
| 審査請求 未請求 請求項の数24 F D (全 24 頁) | | |

(21) 出願番号 特願平9-193080

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月3日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 下田 達也

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 井上 聡

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 宮沢 和加雄

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

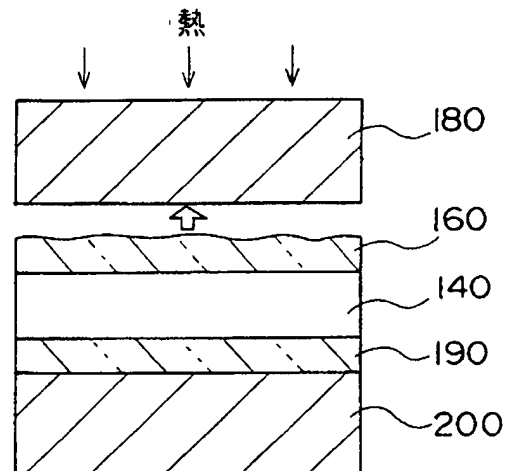
(74) 代理人 弁理士 井上 一 (外2名)

(54) 【発明の名称】 薄膜デバイスの転写方法、薄膜デバイス、薄膜集積回路装置、アクティブマトリクス基板、液晶表示装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】 薄膜デバイスの製造時に使用する基板と、例えば製品の実使用時に使用する基板とを、独立に自由に選択でき、しかも薄膜デバイスの製造時の積層順序を維持したまま、実使用時の基板に薄膜デバイスを転写することを可能とする新規な技術を提供すること

【解決手段】 信頼性が高く、かつレーザー光が透過可能な基板(100)上にアモルファスシリコンなどの第1分離層(120)を設けておき、その基板上にTFT等の薄膜デバイス(140)を形成する。さらに、薄膜デバイス(140)上に熱溶融性接着層などの第2分離層(160)を形成し、その上に一次転写体(180)を形成する。例えば光照射で第1分離層の結合力を弱めて基板を除去することで、薄膜デバイスが一次転写体に一次転写される。さらに、露出した薄膜デバイスの下面に接着層(190)を介して二次転写体(200)を接合する。そして、第2分離層を例えば熱溶融させて結合力を弱め、一次転写体を除去する。これにより、薄膜デバイスは二次転写体に二次転写される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に第1分離層を形成する第1工程と、
前記第1分離層上に薄膜デバイスを含む被転写層を形成する第2工程と、
前記被転写層上に第2分離層を形成する第3工程と、
前記第2分離層上に一次転写体を接合する第4工程と、
前記第1分離層を境にして、前記被転写層より前記基板を除去する第5工程と、
前記被転写層の下面に二次転写体を接合する第6工程と、
前記第2分離層を境にして、前記被転写層より前記一次転写体を除去する第7工程と、
を有し、前記薄膜デバイスを含む前記被転写層を二次転写体に転写することを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項2】 請求項1において、
前記第5工程は、前記第1分離層に光を照射し、前記第1分離層の層内および／または界面において剥離を生じさせる工程を含むことを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項3】 請求項2において、
前記基板は透光性の基板であり、
前記第1分離層への光照射は、前記透光性の基板を介して行われることを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかにおいて、
前記第2分離層は、熱溶融性接着剤であり、
前記第5工程は、加熱によって前記熱溶融性接着剤を溶融させる工程を含むことを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項5】 請求項1乃至3のいずれかにおいて、
前記第7工程は、前記第2分離層に光を照射し、前記第2分離層の層内および／または界面において剥離を生じさせる工程を含むことを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項6】 請求項5において、
前記一次転写体は透光性であり、
前記第2分離層への光照射は、透光性の前記一次転写体を介して行われることを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかにおいて、
前記第2工程は、前記薄膜デバイスの形成後に、該薄膜デバイスに導通する電極形成工程を含むことを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかにおいて、
前記二次転写体は、透明基板であることを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれかにおいて、
前記二次転写体は、被転写層の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、ガラス転移点(T_g)または軟化点が

前記 T_{max} 以下の材料で構成されていることを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項10】 請求項1乃至8のいずれかにおいて、
前記二次転写体は、ガラス転移点(T_g)または軟化点が、前記薄膜デバイスの形成プロセスの最高温度以下であることを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項11】 請求項1乃至10のいずれかにおいて、
前記二次転写体は、合成樹脂またはガラス材で構成されていることを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項12】 請求項1乃至11のいずれかにおいて、
前記基板は、耐熱性を有することを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項13】 請求項1乃至12のいずれかにおいて、
前記基板は、被転写層の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、歪み点が前記 T_{max} 以上の材料で構成されていることを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項14】 請求項1乃至13のいずれかにおいて、
前記薄膜デバイスは薄膜トランジスタ(TFT)を含むことを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項15】 請求項1乃至14のいずれかにおいて、
請求項1に記載の転写方法を複数回実行して、前記基板よりも大きい前記二次転写体上に、複数の被転写層を転写することを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項16】 請求項1乃至14のいずれかにおいて、
請求項1に記載の転写方法を複数回実行して、前記二次転写体上に、薄膜デバイスの設計ルールのレベルが異なる複数の被転写層を転写することを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【請求項17】 請求項1乃至16のいずれかに記載の転写方法を用いて前記二次転写体に転写されてなる薄膜デバイス。

【請求項18】 請求項1乃至16のいずれかに記載の転写方法を用いて前記二次転写体に転写された薄膜デバイスを含んで構成される薄膜集積回路装置。

【請求項19】 マトリクス状に配置された薄膜トランジスタ(TFT)と、その薄膜トランジスタの一端に接続された画素電極とを含んで画素部が構成されるアクティブマトリクス基板であって、

請求項1乃至16のいずれかに記載の方法を用いて前記画素部の薄膜トランジスタを転写することにより製造されたアクティブマトリクス基板。

【請求項20】 マトリクス状に配置された走査線と信号線とに接続される薄膜トランジスタ(TFT)と、その薄膜トランジスタの一端に接続された画素電極とを含

んで画素部が構成され、かつ、前記走査線および前記信号線に信号を供給するためのドライバ回路を内蔵するアクティブマトリクス基板であって、

請求項16に記載の方法を用いて形成された、第1の設計ルールレベルの前記画素部の薄膜トランジスタおよび第2の設計ルールレベルの前記ドライバ回路を構成する薄膜トランジスタを具備するアクティブマトリクス基板。

【請求項21】 請求項19または20に記載のアクティブマトリクス基板を用いて製造された液晶表示装置。

【請求項22】 請求項1乃至16のいずれかに記載の転写方法を用いて前記二次転写体に転写されてなる薄膜デバイスを有することを特徴とする電子機器。

【請求項23】 請求項22において、前記二次転写体が機器のケースであり、前記ケースの内面及び外面の少なくとも一方の面に前記薄膜デバイスが転写されていることを特徴とする電子機器。

【請求項24】 基板上に第1分離層を形成する第1工程と、

前記第1分離層上に薄膜デバイスを含む被転写層を形成する第2工程と、

前記第1分離層を境にして、前記被転写層より前記基板を除去する第3工程と、

前記被転写層の下面に転写体を接合する第4工程と、を有し、前記薄膜デバイスを含む前記被転写層を前記転写体に転写することを特徴とする薄膜デバイスの転写方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜デバイスの転写方法、薄膜デバイス、薄膜集積回路装置、アクティブマトリクス基板、液晶表示装置および電子機器に関する。

【0002】

【背景技術】例えば、薄膜トランジスタ(TFT)を用いた液晶ディスプレイを製造するに際しては、基板上に薄膜トランジスタをCVD等により形成する工程を経る。薄膜トランジスタを基板上に形成する工程は高温処理を伴うため、基板は耐熱性に優れた材質のもの、すなわち、軟化点および融点が高いものを使用する必要がある。そのため、現在では、1000℃程度の温度に耐える基板としては石英ガラスが使用され、500℃前後の温度に耐える基板としては耐熱ガラスが使用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、薄膜デバイスを搭載する基板は、それらの薄膜デバイスを製造するための条件を満足するものでなければならない。つまり、使用する基板は、搭載されるデバイスの製造条件を必ず満たすように決定される。

【0004】しかし、TFT等の薄膜デバイスを搭載した基板が完成した後の段階のみに着目すると、上述の「基板」が必ずしも好ましくないこともある。

【0005】例えば、上述のように、高温処理を伴う製造プロセスを経る場合には、石英基板や耐熱ガラス基板等が用いられるが、これらは非常に高価であり、したがって製品価格の上昇を招く。

【0006】また、ガラス基板は重く、割れやすいという性質をもつ。パームトップコンピュータや携帯電話機等の携帯用電子機器に使用される液晶ディスプレイでは、可能な限り安価で、軽くて、多少の変形にも耐え、かつ落としても壊れにくいのが望ましいが、現実には、ガラス基板は重く、変形に弱く、かつ落下による破壊の恐れがあるのが普通である。

【0007】つまり、製造条件からくる制約と製品に要求される好ましい特性との間に溝があり、これら双方の条件や特性を満足させることは極めて困難であった。

【0008】そこで本発明者等は、薄膜デバイスを含む被転写層を従来のプロセスにて基板上に形成した後に、この薄膜デバイスを含む被転写層を基板から離脱させて、転写体に転写させる技術を提案している(特願平8-225643号)。このために、基板と被転写層である薄膜デバイスとの間に、分離層を形成している。この分離層に光を照射することで、分離層の層内および/または界面を剥離させて、基板と被転写層との結合力を弱めることで、被転写層を基板から離脱させることを可能としている。この結果、被転写層は転写体に転写される。ここで、薄膜デバイスを形成するのに高温処理を伴う製造プロセスを経る場合には、石英基板や耐熱ガラス基板等が用いられる。しかし、転写体はこのような高温処理に晒されることがないので、転写体として求められる制約が大幅に緩和される利点がある。

【0009】ところで、薄膜デバイスを含む被転写層が、薄膜デバイスの製造に用いられた基板から離脱されて転写体に転写されると、基板に対する被転写層の積層関係と、転写体に対する被転写層との関係は逆になってしまう。すなわち、当初基板側と対面していた被転写層の一面は、転写体と対面しなくなる。このことを、被転写層が例えば第1、第2層の二層から構成された場合について説明すると、基板上に第1層、第2層の順で形成された被転写層は、転写体上に第2層、第1層の順で形成されることになる。

【0010】一般に、基板上に薄膜デバイスを形成する場合、この素子形成後に絶縁層を介して電極が形成される。従って、この電極は表層側に位置するので、その電極への配線あるいはコンタクトは容易である。ところが、この薄膜デバイス及び電極を含む被転写層を転写体に転写すると、電極は転写体に覆われてしまい、この電極へ配線あるいはコンタクトが困難となる。

【0011】本発明はこのような問題点に着目してなさ

れたものであり、その目的の一つは、薄膜デバイスの製造時に使用する基板と、例えば製品の実使用時に使用する基板（製品の用途からみて好ましい性質をもった基板）とを、独立に自由に選択することを可能とし、しかも、製造時に使用した基板に対する薄膜デバイスの積層関係をそのまま維持して、その薄膜デバイスを実使用時に使用する基板に転写することができる新規な技術を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決する本発明は、以下のような構成をしている。

【0013】請求項1に記載の発明に係る薄膜デバイスの転写方法は、基板上に第1分離層を形成する第1工程と、前記第1分離層上に薄膜デバイスを含む被転写層を形成する第2工程と、前記被転写層上に第2分離層を形成する第3工程と、前記第2分離層上に一次転写体を接合する第4工程と、前記第1分離層を境にして、前記被転写層より前記基板を除去する第5工程と、前記被転写層の下面に二次転写体を接合する第6工程と、前記第2分離層を境にして、前記被転写層より前記一次転写体を除去する第7工程と、を有し、前記薄膜デバイスを含む前記被転写層を二次転写体に転写することを特徴とする。

【0014】デバイス製造における信頼性が高い例えば石英基板などの基板上に、後に分離可能な第1分離層を設けておき、その基板上にTFT等の薄膜デバイスを含む被転写層を形成する。次に、この被転写層上に、後に分離可能な第2分離層を形成し、さらに第2分離層上に一次転写体を接合する。その後に第1分離層を境にして、薄膜デバイス製造時に使用した基板を、被転写層より離脱させる。このままでは、当初の基板に対する被転写層の積層関係と、一次転写体に対する被転写層の積層関係とは逆転している。

【0015】そこで、好ましくは被転写層の下面より第1分離層を除去した後に、その下面に二次転写体を接合する。そして、第2分離層を境にして、一次転写体を被転写層より離脱させる。こうすると、被転写層に対して、当初の基板が位置していた場所に二次転写体が存在することになり、当初の基板に対する被転写層の積層関係と、二次転写体に対する被転写層の積層関係とが一致する。

【0016】なお、被転写層の下層に二次転写体を接合する工程と、一次転写体を被転写層から離脱させる工程とは、その順序を問わず、いずれが先でもかまわない。但し、一次転写体を離脱させた後の被転写層のハンドリングに問題がある場合には、まず、被転写層を二次転写体に接合する工程を実施し、その後に一次転写体を離脱させる工程を実施するのが望ましい。この点から言えば、一次転写体の材質、特性として、少なくとも保型性を有するものであればよい。一次転写体は、薄膜デバイ

スの製造時には存在しないので、耐熱性、金属汚染などのプロセス上の制約を考慮する必要はない。

【0017】請求項2の発明は、請求項1において、前記第5工程は、前記第1分離層に光を照射し、前記第1分離層の層内および／または界面において剥離を生じさせる工程を含むことを特徴とする。

【0018】第1分離層に光を照射し、これによって、その第1分離層において剥離現象を生じせしめて、その第1分離層と基板との間の密着性を低下させる。これにより、基板に力を加えることで、その基板を被転写層から離脱させることができる。

【0019】請求項3の発明は、請求項2において、前記基板は透光性の基板であり、前記第1分離層への光照射は、前記透光性の基板を介して行われることを特徴とする。

【0020】こうすると、薄膜デバイスに直接光を照射することなく、第1分離層にて剥離を生じさせることができ、薄膜デバイスの特性を劣化することが低減する。

【0021】請求項4の発明は、請求項1乃至3のいずれかにおいて、前記第2分離層は、熱溶融性接着剤であり、前記第5工程は、加熱によって前記熱溶融性接着剤を溶融させる工程を含むことを特徴とする。

【0022】第2分離層として接着剤を用いれば、その後工程である一次転写体の接合のための接着剤として兼用でき、しかも、一次転写体の接合後に加熱することで、一次転写体の分離も容易にできる。

【0023】また、薄膜デバイスを含む被転写層の表面に多少の段差が生じていたとしても、熱溶融性接着剤を平坦化層として兼用することで、その段差を平坦化することができる、一次転写体との接合が容易となる。

【0024】請求項5の発明は、請求項1乃至3のいずれかにおいて、前記第7工程は、前記第2分離層に光を照射し、前記第2分離層の層内および／または界面において剥離を生じさせる工程を含むことを特徴とする。

【0025】第2分離層に光を照射し、これによって、その第2分離層において剥離現象を生じせしめて、その第2分離層と一次転写体との間の密着性を低下させる。これにより、一次転写体に力を加えることで、その一次転写体を被転写層から離脱させることができる。

【0026】請求項6の発明は、請求項5において、前記一次転写体は透光性であり、前記第2分離層への光照射は、透光性の前記一次転写体を介して行われることを特徴とする。

【0027】こうすると、薄膜デバイスに直接光を照射することなく、第2分離層にて剥離を生じさせることができ、薄膜デバイスの特性を劣化することが低減する。

【0028】請求項7の発明は、請求項1乃至6のいずれかにおいて、前記第2工程は、前記薄膜デバイスの形成後に、該薄膜デバイスに導通する電極形成工程を含むことを特徴とする。

【0029】この場合、二次転写体、薄膜デバイス、電極の順に積層されることになり、二次転写体に被転写層を転写した後でも、電極への配線またはコンタクトが容易となる。

【0030】ここで、被転写層に付着している第2分離層を除去する工程を、さらに有することが好ましい。

【0031】不要な第2分離層を完全に除去するものである。

【0032】ここで、二次転写体としての好まし材質、特性などについて言及すれば、一次転写体と同様に、薄膜デバイスの製造時には存在しないため、耐熱性、金属汚染などのプロセス上の制約は考慮することなく選択できる。

【0033】この二次転写体は、請求項8に示すように、透明基板とすることもできる。

【0034】この透明基板として、例えば、ソーダガラス基板等の安価な基板や、可撓性を有する透明なプラスチックフィルム等を挙げることができる。透明基板とすれば、例えば薄膜デバイスが形成された液晶パネル用の基板として利用できる。

【0035】また、二次転写体は、請求項9に示すように、被転写層の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、ガラス転移点(T_g)または軟化点が前記 T_{max} 以下の材料で構成されていることが好ましい。

【0036】デバイス製造時の最高温度に耐えられず、従来は使用できなかった安価なガラス基板等を、自由に使用できるようになるからである。一次転写体も同様に、薄膜デバイスのプロセス時の温度に対する耐熱性は必要とされない。

【0037】請求項10に示すように、二次転写体は、ガラス転移点(T_g)または軟化点が、薄膜デバイスの形成プロセスの最高温度以下であってもよく、なぜなら、薄膜デバイスの形成時に転写体はその最高温度に晒されることがないからである。

【0038】この二次転写体は、請求項11に示すように、合成樹脂またはガラス材で構成することができる。

【0039】例えば、プラスチックフィルム等の撓み性(可撓性)を有する合成樹脂板を二次転写体とし、それに薄膜デバイスを転写すれば、剛性の高いガラス基板では得られないような優れた特性が実現可能である。本発明を液晶表示装置に適用すれば、しなやかで、軽くかつ落下にも強いディスプレイ装置が実現する。

【0040】また、例えば、ソーダガラス基板等の安価な基板も二次転写体として使用できる。ソーダガラス基板は低価格であり、経済的に有利な基板である。ソーダガラス基板は、TFT製造時の熱処理によりアルカリ成分が溶出するといった問題があり、従来は、アクティブマトリクス型の液晶表示装置への適用が困難であった。しかし、本発明によれば、すでに完成した薄膜デバイスを転写するため、上述の熱処理に伴う問題は解消され

る。よってアクティブマトリクス型の液晶表示装置の分野において、ソーダガラス基板等の従来問題があった基板も使用可能となる。

【0041】次に、被転写層が形成される基板の材質、特性などについて言及すれば、この基板は、請求項12に示すように、耐熱性を有することが好ましい。

【0042】薄膜デバイスの製造時に所望の高温処理が可能となり、信頼性が高く高性能の薄膜デバイスを製造することができるからである。

【0043】また、前記基板は、310nmの光を10%以上透過することが好ましい。このとき、第1分離層への光照射工程では、310nmの波長を含む光を照射する。

【0044】第1分離層において剥離を生じさせるに足る光エネルギーを、基板を介して効率よく行うものである。

【0045】前記基板は、請求項13に示すように、被転写層の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、歪み点が前記 T_{max} 以上の材料で構成されていることが好ましい。

【0046】薄膜デバイスの製造時に所望の高温処理が可能となり、信頼性が高く高性能の薄膜デバイスを製造することができるからである。

【0047】次に、光照射により剥離を生ずる第1および/または第2分離層の好ましい材質、特性などについて説明すると、この第1および/または第2分離層は、アモルファスシリコンで構成されていることが好ましい。

【0048】アモルファスシリコンは光を吸収し、また、その製造も容易であり、実用性が高い。

【0049】さらには、前記アモルファスシリコンは、水素(H)を2原子%以上含有することが好ましい。

【0050】水素を含むアモルファスシリコンを用いた場合、光の照射に伴い水素が放出され、これによって分離層内に内圧が生じて、分離層における剥離を促す作用がある。

【0051】あるいは、前記アモルファスシリコンは、水素(H)を10原子%以上含有することができる。

【0052】水素の含有率が増えることにより、分離層における剥離を促す作用がより顕著になる。

【0053】光照射により剥離を生ずる第1および/または第2分離層の他の材質として、窒化シリコンを挙げることができる。

【0054】光照射により剥離を生ずる第1および/または第2分離層のさらに他の材質として、水素含有合金を挙げることができる。

【0055】この分離層として水素含有合金を用いると、光の照射に伴い水素が放出され、これによって分離層における剥離が促進される。

【0056】光照射により剥離を生ずる第1および/ま

たは第2分離層のさらに他の材質として、窒素含有金属合金を挙げることができる。

【0057】この分離層として窒素含有合金を用いると、光の照射に伴い窒素が放出され、これによって分離層における剥離が促進される。

【0058】この分離層は、多層膜とすることもできる。

【0059】単層膜に限定されないことを明かとしたものである。

【0060】この多層膜は、アモルファスシリコン膜とその上に形成された金属膜とから構成することができる。

【0061】光照射により剥離を生ずる第1および／または第2分離層のさらに他の材質として、セラミックス、金属、有機高分子材料の少なくとも一種から構成することができる。

【0062】光照射により剥離を生ずる第1および／または第2分離層として実際に使用可能なものをまとめて例示したものである。金属としては、例えば、水素含有合金や窒素含有合金も使用可能である。この場合、アモルファスシリコンの場合と同様に、光の照射に伴う水素ガスや窒素ガスの放出によって、分離層における剥離が促進される。

【0063】次に、光照射工程にて用いる光について説明すると、レーザー光を用いることが好ましい。

【0064】レーザー光はコヒーレント光であり、第1および／または第2分離層内において剥離を生じさせるのに適する。

【0065】このレーザー光は、その波長を、100nm～350nmとすることができる。

【0066】短波長で光エネルギーのレーザー光を用いることにより、第1および／または第2分離層における剥離を効果的に行うことができる。

【0067】上述の条件を満たすレーザーとしては、例えば、エキシマレーザーがある。エキシマレーザーは、短波長紫外域の高エネルギーのレーザー光出力が可能なガスレーザーであり、レーザー媒質として希ガス(Ar, Kr, Xe)とハロゲンガス(F₂, HCl)とを組み合わせたものを用いることにより、代表的な4種類の波長のレーザー光を出力することができる(XeF=351nm, XeCl=308nm, KrF=248nm, ArF=193nm)。

【0068】エキシマレーザー光の照射により、第1および／または第2分離層において、熱影響のない分子結合の直接の切断やガスの蒸発等の作用を生じせしめることができる。

【0069】レーザー光の波長としては、350nm～1200nmを採用することもできる。

【0070】第1および／または第2分離層において、例えばガス放出、気化、昇華等の相変化を起こさせて分

離特性を与える場合には、波長が350nm～1200nm程度のレーザー光も使用可能である。

【0071】次に、薄膜デバイスについて説明すると、請求項14に示すように、前記薄膜デバイスを薄膜トランジスタ(TFT)とすることができる。

【0072】高性能なTFTを、所望の二次転写体上に自由に転写(形成)できる。よって、種々の電子回路をその二次転写体上に搭載することも可能となる。

【0073】請求項15に記載の発明は、請求項1乃至14のいずれかにおいて、請求項1に記載の転写方法を複数回実行して、前記基板よりも大きい前記二次転写体上に、複数の被転写層を転写することの特徴とする。

【0074】信頼性の高い基板を繰り返し使用し、あるいは複数の基板を使用して薄膜パターンの転写を複数回実行することにより、信頼性の高い薄膜デバイスを搭載した大規模な回路基板を作成できる。

【0075】請求項16に記載の発明は、請求項1乃至14のいずれかにおいて、請求項1に記載の転写方法を複数回実行して、前記二次転写体上に、薄膜デバイスの設計ルールのレベルが異なる複数の被転写層を転写することの特徴とする。

【0076】一つの基板上に、例えば、種類の異なる複数の回路(機能ブロック等も含む)を搭載する場合、それぞれの回路に要求される特性に応じて、各回路毎に使用する素子や配線のサイズ(設計ルール、すなわちデザインルールと呼ばれるもの)が異なる場合がある。このような場合にも、本発明の転写方法を用いて、各回路毎に転写を実行していけば、設計ルールレベルの異なる複数の回路を一つの二次転写体上に実現できる。

【0077】請求項17に記載の発明は、請求項1乃至16のいずれかに記載の転写方法を用いて前記二次転写体に転写されてなる薄膜デバイスである。

【0078】本発明の薄膜デバイスの転写技術(薄膜構造の転写技術)を用いて、任意の基板(二次転写体)上に形成される薄膜デバイスである。

【0079】請求項18に記載の発明は、請求項1乃至16のいずれかに記載の転写方法を用いて前記二次転写体に転写された薄膜デバイスを含んで構成される薄膜集積回路装置である。

【0080】例えば、合成樹脂基板上に、薄膜トランジスタ(TFT)を用いて構成されたシングルチップマイクロコンピュータ等を搭載することも可能である。

【0081】請求項19に記載の発明は、マトリクス状に配置された薄膜トランジスタ(TFT)と、その薄膜トランジスタの一端に接続された画素電極とを含んで画素部が構成されるアクティブマトリクス基板であって、請求項1乃至16のいずれかに記載の方法を用いて前記画素部の薄膜トランジスタを転写することにより製造されたアクティブマトリクス基板である。

【0082】本発明の薄膜デバイスの転写技術(薄膜構

造の転写技術)を用いて、所望の基板(二次転写体)上に画素部を形成してなるアクティブマトリクス基板である。製造条件からくる制約を排して自由に基板(二次転写体)を選択できるため、従来にない新規なアクティブマトリクス基板を実現することも可能である。

【0083】請求項20に記載の発明は、マトリクス状に配置された走査線と信号線とに接続される薄膜トランジスタ(TFT)と、その薄膜トランジスタの一端に接続された画素電極とを含んで画素部が構成され、かつ、前記走査線および前記信号線に信号を供給するためのドライバ回路を内蔵するアクティブマトリクス基板であって、請求項16に記載の方法を用いて形成された、第1の設計ルールレベルの前記画素部の薄膜トランジスタおよび第2の設計ルールレベルの前記ドライバ回路を構成する薄膜トランジスタを具備するアクティブマトリクス基板である。

【0084】アクティブマトリクス基板上に、画素部のみならずドライバ回路も搭載し、しかも、ドライバ回路の設計ルールレベルと画素部の設計ルールレベルとが異なるアクティブマトリクス基板である。例えば、ドライバ回路の薄膜パターンを、シリコンTFTの製造装置を利用して形成すれば、集積度を向上させることが可能である。

【0085】請求項21に記載の発明は、請求項19又は20に記載のアクティブマトリクス基板を用いて製造された液晶表示装置である。

【0086】例えば、プラスチック基板を用いた、しなやかに曲がる性質をもった液晶表示装置も実現可能である。

【0087】請求項22に記載の発明は、請求項1乃至16のいずれかに記載の転写方法を用いて前記二次転写体に転写されてなる薄膜デバイスを有することを特徴とする電子機器である。この場合、請求項23に示すように、前記二次転写体として機器のケースを用い、前記ケースの内面及び外面の少なくとも一方の面に前記薄膜デバイスが転写される構造としても良い。

【0088】請求項24の発明に係る薄膜デバイスの転写方法は、基板上に分離層を形成する第1工程と、前記分離層上に薄膜デバイスを含む被転写層を形成する第2工程と、前記分離層を境にして、前記被転写層より前記基板を除去する第3工程と、前記被転写層の下面に転写体を接合する第4工程と、を有し、前記薄膜デバイスを含む前記被転写層を前記転写体に転写することを特徴とする。

【0089】請求項24の発明では、請求項1の発明のような第1、第2分離層および一次、二次転写体を用いず、分離層および転写体を用いて被転写層の転写を可能としている。この方法は被転写層自体に保形性があれば可能である。なぜなら、請求項1の発明では、基板除去後であって二次転写体への転写前に、一次転写体にて被

転写層を支持する必要があったが、被転写層自体に保形性があれば、一次転写層にて被転写層を支持する必要はないからである。このとき、被転写層は薄膜デバイス層のみでなく、補強層を有することができる。

【0090】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0091】(第1の実施の形態)図1～図9は本発明の第1の実施の形態(薄膜デバイスの転写方法)を説明するための図である。

【0092】[工程1]図1に示すように、基板100上に第1分離層(光吸収層)120を形成する。

【0093】以下、基板100および第1分離層120について説明する。

【0094】①基板100についての説明

基板100は、光が透過し得る透光性を有するものであるのが好ましい。

【0095】この場合、光の透過率は10%以上であるのが好ましく、50%以上であるのがより好ましい。この透過率が低過ぎると、光の減衰(ロス)が大きくなり、第1分離層120を剥離するのにより大きな光量が必要とする。

【0096】また、基板100は、信頼性の高い材料で構成されているのが好ましく、特に、耐熱性に優れた材料で構成されているのが好ましい。その理由は、例えば後述する被転写層140や中間層142を形成する際に、その種類や形成方法によってはプロセス温度が高くなる(例えば350～1000℃程度)ことがあるが、その場合でも、基板100が耐熱性に優れていれば、基板100上への被転写層140等の形成に際し、その温度条件等の成膜条件の設定の幅が広がるからである。

【0097】従って、基板100は、被転写層140の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、歪点が T_{max} 以上の材料で構成されているのが好ましい。具体的には、基板100の構成材料は、歪点が350℃以上のものが好ましく、500℃以上のものがより好ましい。このようなものとしては、例えば、石英ガラス、コーニング7059、日本電気ガラスOA-2等の耐熱性ガラスが挙げられる。

【0098】また、基板100の厚さは、特に限定されないが、通常は、0.1～5.0mm程度であるのが好ましく、0.5～1.5mm程度であるのがより好ましい。基板100の厚さが薄すぎると強度の低下を招き、厚すぎると、基板100の透過率が低い場合に、光の減衰を生じ易くなる。なお、基板100の光の透過率が高い場合には、その厚さは、前記上限値を超えるものであってもよい。なお、光を均一に照射できるように、基板100の厚さは、均一であるのが好ましい。

【0099】②第1分離層120の説明

第1分離層120は、照射される光を吸収し、その層内

および／または界面において剥離（以下、「層内剥離」、「界面剥離」と言う）を生じるような性質を有するものであり、好ましくは、光の照射により、第1分離層120を構成する物質の原子間または分子間の結合力が消失または減少すること、すなわち、アブレーションが生じて層内剥離および／または界面剥離に至るものがよい。

【0100】さらに、光の照射により、第1分離層120から気体が放出され、分離効果が発現される場合もある。すなわち、第1分離層120に含有されていた成分が気体となって放出される場合と、第1分離層120が光を吸収して一瞬気体になり、その蒸気が放出され、分離に寄与する場合とがある。このような第1分離層120の組成としては、例えば、次のA～Eに記載されるものが挙げられる。

【0101】A. アモルファスシリコン（a-Si）
このアモルファスシリコン中には、水素（H）が含有されていてもよい。この場合、Hの含有量は、2原子%以上程度であるのが好ましく、2～20原子%程度であるのがより好ましい。このように、水素（H）が所定量含有されていると、光の照射によって水素が放出され、第1分離層120に内圧が発生し、それが上下の薄膜を剥離する力となる。アモルファスシリコン中の水素（H）の含有量は、成膜条件、例えばCVDにおけるガス組成、ガス圧、ガス雰囲気、ガス流量、温度、基板温度、投入パワー等の条件を適宜設定することにより調整することができる。

【0102】B. 酸化ケイ素又はケイ酸化合物、酸化チタンまたはチタン酸化合物、酸化ジルコニウムまたはジルコン酸化合物、酸化ランタンまたはランタン酸化合物等の各種酸化物セラミックス、透電体（強誘電体）あるいは半導体

酸化ケイ素としては、 SiO 、 SiO_2 、 Si_3O_2 が挙げられ、ケイ酸化合物としては、例えば K_2SiO_3 、 Li_2SiO_3 、 CaSiO_3 、 ZrSiO_4 、 Na_2SiO_3 が挙げられる。

【0103】酸化チタンとしては、 TiO 、 Ti_2O_3 、 TiO_2 が挙げられ、チタン酸化合物としては、例えば、 BaTiO_4 、 BaTiO_3 、 $\text{Ba}_2\text{Ti}_3\text{O}_{20}$ 、 $\text{BaTi}_5\text{O}_{11}$ 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 、 PbTiO_3 、 MgTiO_3 、 ZrTiO_2 、 SnTiO_4 、 Al_2TiO_5 、 FeTiO_3 が挙げられる。

【0104】酸化ジルコニウムとしては、 ZrO_2 が挙げられ、ジルコン酸化合物としては、例えば BaZrO_3 、 ZrSiO_4 、 PbZrO_3 、 MgZrO_3 、 K_2ZrO_3 が挙げられる。

【0105】C. PZT、PLZT、PLLZT、PBZT等のセラミックスあるいは誘電体（強誘電体）
D. 窒化珪素、窒化アルミ、窒化チタン等の窒化物セラミックス

E. 有機高分子材料

有機高分子材料としては、 $-\text{CH}-$ 、 $-\text{CO}-$ （ケトン）、 $-\text{CONH}-$ （アミド）、 $-\text{NH}-$ （イミド）、 $-\text{COO}-$ （エステル）、 $-\text{N}=\text{N}-$ （アゾ）、 $-\text{CH}=\text{N}-$ （シフ）等の結合（光の照射によりこれらの結合が切断される）を有するもの、特に、これらの結合を多く有するものであればいかなるものでもよい。また、有機高分子材料は、構成式中に芳香族炭化水素（1または2以上のベンゼン環またはその縮合環）を有するものであってもよい。

【0106】このような有機高分子材料の具体例としては、ポリエチレン、ポリプロピレンのようなポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルスルホン（PE S）、エポキシ樹脂等があげられる。

【0107】F. 金属

金属としては、例えば、Al、Li、Ti、Mn、In、Sn、Y、La、Ce、Nd、Pr、Gd、Smまたはこれらのうちの少なくとも1種を含む合金が挙げられる。

【0108】また、第1分離層120の厚さは、剥離目的や第1分離層120の組成、層構成、形成方法等の諸条件により異なるが、通常は、1nm～20μm程度であるのが好ましく、10nm～2μm程度であるのがより好ましく、40nm～1μm程度であるのがさらに好ましい。第1分離層120の膜厚が小さすぎると、成膜の均一性が損なわれ、剥離にムラが生じることがあり、また、膜厚が厚すぎると、第1分離層120の良好な剥離性を確保するために、光のパワー（光量）を大きくする必要があり、後に第1分離層120を除去する際に、その作業に時間がかかる。なお、第1分離層120の膜厚は、できるだけ均一であるのが好ましい。

【0109】第1分離層120の形成方法は、特に限定されず、膜組成や膜厚等の諸条件に応じて適宜選択される。たとえば、CVD（MOCVD、低圧CVD、ECR-CVDを含む）、蒸着、分子線蒸着（MB）、スパッタリング、イオンプレーティング、PVD等の各種気相成膜法、電気メッキ、浸漬メッキ（ディッピング）、無電解メッキ等の各種メッキ法、ラングミュア・プロジェット（LB）法、スピンコート、スプレーコート、ロールコート等の塗布法、各種印刷法、転写法、インクジェット法、粉末ジェット法等が挙げられ、これらのうちの2以上を組み合わせ形成することもできる。

【0110】例えば、第1分離層120の組成がアモルファスシリコン（a-Si）の場合には、CVD、特に低圧CVDやプラズマCVDにより成膜するのが好ましい。

【0111】また、第1分離層120をゾルーゲル法によるセラミックスで構成する場合や、有機高分子材料で

構成する場合には、塗布法、特に、スピンコートにより成膜するのが好ましい。

【0112】[工程2]次に、図2に示すように、第1分離層120上に、被転写層(薄膜デバイス層)140を形成する。

【0113】この薄膜デバイス層140のK部分(図2において1点鎖鎖線で囲んで示される部分)の拡大断面図を、図2の右側に示す。図示されるように、薄膜デバイス層140は、例えば、 SiO_2 膜(中間層)142上に形成されたTFT(薄膜トランジスタ)を含んで構成され、このTFTは、ポリシリコン層にn型不純物を導入して形成されたソース、ドレイン層146と、チャネル層144と、ゲート絶縁膜148と、ゲート電極150と、層間絶縁膜154と、例えばアルミニウムからなる電極152とを具備する。

【0114】本実施の形態では、第1分離層120に接して設けられる中間層として SiO_2 膜を使用しているが、 Si_3N_4 などのその他の絶縁膜を使用することもできる。 SiO_2 膜(中間層)の厚みは、その形成目的や発揮し得る機能の程度に応じて適宜決定されるが、通常は、10nm～5 μm 程度であるのが好ましく、40nm～1 μm 程度であるのがより好ましい。中間層は、種々の目的で形成され、例えば、被転写層140を物理的または化学的に保護する保護層、絶縁層、導電層、レーザー光の遮光層、マイグレーション防止用のバリア層、反射層としての機能の内の少なくとも1つを発揮するものが挙げられる。

【0115】なお、場合によっては、 SiO_2 膜等の中間層を形成せず、第1分離層120上に直接被転写層(薄膜デバイス層)140を形成してもよい。

【0116】被転写層140(薄膜デバイス層)は、図2の右側に示されるようなTFT等の薄膜デバイスを含む層である。

【0117】薄膜デバイスとしては、TFTの他に、例えば、薄膜ダイオードや、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子(光センサ、太陽電池)やシリコン抵抗素子、その他の薄膜半導体デバイス、電極(例:ITO、メサ膜のような透明電極)、スイッチング素子、メモリ、圧電素子等のアクチュエータ、マイクロミラー(ピエゾ薄膜セラミックス)、磁気記録薄膜ヘッド、コイル、インダクター、薄膜高透磁材料およびそれらを組み合わせたマイクロ磁気デバイス、フィルター、反射膜、ダイクロイックミラー等がある。上記の例示に限らず、本発明の趣旨に反しない種々の薄膜デバイスに適用できる。

【0118】このような薄膜デバイスは、その形成方法との関係で、通常、比較的高いプロセス温度を経て形成される。したがって、この場合、前述したように、基板100としては、そのプロセス温度に耐え得る信頼性の高いものが必要となる。

【0119】[工程3]次に、図3に示すように、薄膜デバイス層140上に、第2分離層として例えば熱溶融性接着層160を形成する。なお、第2分離層は、第1分離層と同様にアブレーション層で構成することもできる。

【0120】この熱溶融性接着層160として、薄膜デバイスへの不純物(ナトリウム、カリウムなど)汚染の虞が少ない、例えばプルーフワックス(商品名)などのエレクトロンワックスを挙げることができる。

【0121】[工程4]さらに、図3に示すように、第2分離層である熱溶融性接着層160の上に、一次転写体180を接着する。この一次転写体180は、薄膜デバイス層140の製造後に接着されるものであるので、薄膜デバイス層140の製造時のプロセス温度などに対する制約はなく、常温時に保型性さえあればよい。本実施の形態ではガラス基板、合成樹脂など、比較的安価で保型性のある材料を用いている。なお、この一次転写体180としては、詳細を後述する二次転写体200と同一の材料を用いることができる。

【0122】[工程5]次に、図4に示すように、基板100の裏面側から光を照射する。

【0123】この光は、基板100を透過した後に第1分離層120に照射される。これにより、第1分離層120に層内剥離および/または界面剥離が生じ、結合力が減少または消滅する。

【0124】第1分離層120の層内剥離および/または界面剥離が生じる原理は、第1分離層120の構成材料にアブレーションが生じること、また、第1分離層120に含まれているガスの放出、さらには照射直後に生じる溶融、蒸散等の相変化によるものであることが推定される。

【0125】ここで、アブレーションとは、照射光を吸収した固定材料(第1分離層120の構成材料)が光化学的または熱的に励起され、その表面や内部の原子または分子の結合が切断されて放出することをいい、主に、第1分離層120の構成材料の全部または一部が溶融、蒸散(気化)等の相変化を生じる現象として現れる。また、前記相変化によって微小な発砲状態となり、結合力が低下することもある。

【0126】第1分離層120が層内剥離を生じるか、界面剥離を生じるか、またはその両方であるかは、第1分離層120の組成や、その他種々の要因に左右され、その要因の1つとして、照射される光の種類、波長、強度、到達深さ等の条件が挙げられる。

【0127】照射する光としては、第1分離層120に層内剥離および/または界面剥離を起こさせるものであればいかなるものでもよく、例えば、X線、紫外線、可視光、赤外線(熱線)、レーザー光、ミリ波、マイクロ波、電子線、放射線(α 線、 β 線、 γ 線)等が挙げられる。そのなかでも、第1分離層120の剥離(アブレーション)

ション)を生じさせ易いという点で、レーザ光が好ましい。

【0128】このレーザ光を発生させるレーザ装置としては、各種気体レーザ、固体レーザ(半導体レーザ)等が挙げられるが、エキシマレーザ、Nd-YAGレーザ、Arレーザ、CO₂レーザ、COレーザ、He-Neレーザ等が好適に用いられ、その中でもエキシマレーザが特に好ましい。

【0129】エキシマレーザは、短波長域で高エネルギーを出力するため、極めて短時間で第1分離層2にアブレーションを生じさせることができ、よって隣接する転写体180や基板100等に温度上昇をほとんど生じさせることなく、すなわち劣化、損傷を生じさせることなく、第1分離層120を剥離することができる。

【0130】また、第1分離層120にアブレーションを生じさせるに際して、光の波長依存性がある場合、照射されるレーザ光の波長は、100nm~350nm程度であるのが好ましい。

【0131】図10に、基板100の、光の波長に対する透過率の一例を示す。図示されるように、300nmの波長に対して透過率が急峻に増大する特性をもつ。このような場合には、300nm以上の波長の光(例えば、波長308nmのXe-CIエキシマレーザ光)を照射する。

【0132】また、第1分離層120に、例えばガス放出、気化、昇華等の相変化を起こさせて分離特性を与える場合、照射されるレーザ光の波長は、350から1200nm程度であるのが好ましい。

【0133】また、照射されるレーザ光のエネルギー密度、特に、エキシマレーザの場合のエネルギー密度は、10~5000mJ/cm²程度とするのが好ましく、100~500mJ/cm²程度とするのがより好ましい。また、照射時間は、1~1000nsec程度とするのが好ましく、10~100nsec程度とするのがより好ましい。エネルギー密度が低いかまたは照射時間が短いと、十分なアブレーション等が生じず、また、エネルギー密度が高いかまたは照射時間が長いと、第1分離層120を透過した照射光により被転写層140に悪影響を及ぼすおそれがある。

【0134】なお、第1分離層120を透過した照射光が被転写層140にまで達して悪影響を及ぼす場合の対策としては、例えば、第1分離層(レーザ吸収層)120上にタンタル(Ta)等の金属膜を形成する方法がある。これにより、第1分離層120を透過したレーザ光は、金属膜124の界面で完全に反射され、それよりの上の薄膜デバイスに悪影響を与えない。あるいは、第1分離層120上にシリコン系介在層例えばSiO₂を介して、シリコン系レーザ吸収層であるアモルファスシリコン層を形成することもできる。こうすると、第1分離層120を透過した光は、その上のアモルファス

シリコン層にて吸収される。ただしその透過光は、上層のアモルファスシリコン層にて再度アブレーションを生ずるほどの光エネルギーがない。また、金属とは異なり、アモルファスシリコン層上に薄膜デバイス層を形成できるので、既に確立された薄膜形成技術により品質の優れた薄膜デバイス層を形成できる。

【0135】レーザ光に代表される照射光は、その強度が均一となるように照射されるのが好ましい。照射光の照射方向は、第1分離層120に対し垂直な方向に限らず、第1分離層120に対し所定角度傾斜した方向であってもよい。

【0136】また、第1分離層120の面積が照射光の1回の照射面積より大きい場合には、第1分離層120の全領域に対し、複数回に分けて照射光を照射することもできる。また、同一箇所に2回以上照射してもよい。また、異なる種類、異なる波長(波長域)の照射光(レーザ光)を同一領域または異なる領域に2回以上照射してもよい。

【0137】次に、図5に示すように、基板100に力を加えて、この基板100を第1分離層120から離脱させる。図5では図示されないが、この離脱後、基板100上に第1分離層120が付着することもある。

【0138】[工程6]次に、図6に示すように、残存している第1分離層120を、例えば洗浄、エッチング、アッシング、研磨等の方法またはこれらを組み合わせた方法により除去する。これにより、被転写層(薄膜デバイス層)140が、一次転写体180に転写されたことになる。

【0139】なお、離脱した基板100にも第1分離層120の一部が付着している場合には同様に除去する。なお、基板100が石英ガラスのような高価な材料、希少な材料で構成されている場合等には、基板100は、好ましくは再利用(リサイクル)に供される。すなわち、再利用したい基板100に対し、本発明を適用することができ、有用性が高い。

【0140】[工程7]次に、図7に示すように、薄膜デバイス層140の下面(露出面)に、接着層190を介して、二次転写層200を接着する。

【0141】接着層190を構成する接着剤の好適な例としては、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気硬化型接着剤等の各種硬化型接着剤が挙げられる。接着剤の組成としては、例えば、エポキシ系、アクリレート系、シリコーン系等、いかなるものでもよい。このような接着層190の形成は、例えば、塗布法によりなされる。

【0142】前記硬化型接着剤を用いる場合、例えば被転写層(薄膜デバイス層)140の下面に硬化型接着剤を塗布し、さらに二次転写体200を接合した後、硬化型接着剤の特性に応じた硬化方法により前記硬化型接着剤を硬化させて、被転写層(薄膜デバイス層)140と

二次転写体200とを接着し、固定する。

【0143】接着剤が光硬化型の場合、好ましくは光透過性の二次転写体200の外側から光を照射する。接着剤としては、薄膜デバイス層に影響を与えにくい紫外線硬化型などの光硬化型接着剤を用いれば、光透過性の一次転写体180側から、あるいは光透過性の一次、二次転写体180、200の両側から光照射しても良い。

【0144】なお、図示と異なり、二次転写体200側に接着層190を形成し、その上に被転写層（薄膜デバイス層）140を接着してもよい。なお、例えば二次転写体200自体が接着機能を有する場合等には、接着層190の形成を省略してもよい。

【0145】二次転写体200としては、特に限定されないが、基板（板材）、特に透明基板が挙げられる。なお、このような基板は平板であっても、湾曲板であってもよい。また、二次転写体200は、前記基板100に比べ、耐熱性、耐食性等の特性が劣るものであってもよい。その理由は、本発明では、基板100側に被転写層（薄膜デバイス層）140を形成し、その後、被転写層（薄膜デバイス層）140を二次転写体200に転写するため、二次転写体200に要求される特性、特に耐熱性は、被転写層（薄膜デバイス層）140の形成の際の温度条件等に依存しないからである。この点は、一次転写体190についても同様である。

【0146】したがって、被転写層140の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、一次、二次転写体190、200の構成材料として、ガラス転移点（ T_g ）または軟化点が T_{max} 以下のものを用いることができる。例えば、一次、二次転写体190、200は、ガラス転移点（ T_g ）または軟化点が好ましくは800℃以下、より好ましくは500℃以下、さらに好ましくは320℃以下の材料で構成することができる。

【0147】また、一次、二次転写体190、200の機械的特性としては、ある程度の剛性（強度）を有するものが好ましいが、可撓性、弾性を有するものであってもよい。

【0148】このような一次、二次転写体190、200の構成材料としては、各種合成樹脂または各種ガラス材が挙げられ、特に、各種合成樹脂や通常の（低融点の）安価なガラス材が好ましい。

【0149】合成樹脂としては、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれでもよく、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-プロピレン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）等のポリオレフィン、環状ポリオレフィン、変性ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリカーボネート、ポリ（4-メチルペンテン-1）、アイオノマー、アクリル系樹脂、ポリメチルメタクリレート、アクリル-スチレン共重合体（AS樹脂）、ブタジエンス

チレン共重合体、ポリオ共重合体（EVOH）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリプロピレンテレフタレート（PBT）、ポリシクロヘキサントテレフタレート（PCT）等のポリエステル、ポリエーテル、ポリエーテルケトン（PEK）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルイミド、ポリアセタール（POM）、ポリフェニレンオキシド、変性ポリフェニレンオキシド、ポリアリレート、芳香族ポリエステル（液晶ポリマー）、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル、シリコーン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせ（例えば2層以上の積層体として）用いることができる。

【0150】ガラス材としては、例えば、ケイ酸ガラス（石英ガラス）、ケイ酸アルカリガラス、ソーダ石灰ガラス、カリ石灰ガラス、鉛（アルカリ）ガラス、バリウムガラス、ホウケイ酸ガラス等が挙げられる。このうち、ケイ酸ガラス以外のものは、ケイ酸ガラスに比べて融点が低く、また、成形、加工も比較的容易であり、しかも安価であり、好ましい。

【0151】二次転写体200として合成樹脂で構成されたものを用いる場合には、大型の二次転写体200を一体的に成形することができるとともに、湾曲面や凹凸を有するもの等の複雑な形状であっても容易に製造することができる。また、材料コスト、製造コストも安価であるという種々の利点が享受できる。したがって、合成樹脂の使用は、大型で安価なデバイス（例えば、液晶ディスプレイ）を製造する上で有利である。

【0152】なお、二次転写体200は、例えば、液晶セルのように、それ自体独立したデバイスを構成するものや、例えばカラーフィルター、電極層、誘電体層、絶縁層、半導体素子のように、デバイスの一部を構成するものであってもよい。

【0153】さらに、一次、二次転写体190、200は、金属、セラミックス、石材、木材紙等の物質であってもよいし、ある品物を構成する任意の面上（時計の面上、エアコンの表面上、プリント基板の上等）、さらには壁、柱、天井、窓ガラス等の構造物の表面上であってもよい。

【0154】〔工程8〕次に、図8に示すように、第2分離層である熱溶融性接着層160を加熱し、熱溶融させる。この結果、熱溶融性接着層160の接着力が弱まるため、一次転写体180を、薄膜デバイス層140により離脱させることができる。なお、一次転写体180に付着した熱溶融性接着剤を除去することで、この一次転

写体180を繰り返し再利用することができる。

【0155】[工程9]最後に、薄膜デバイス層140の表面に付着した熱溶融性接着層160を除去することで、図9に示すように、二次転写体200に転写された薄膜デバイス層140を得ることができる。ここで、この二次転写体200に対する薄膜デバイス層140の積層関係は、図2に示すように当初の基板100に対する薄膜デバイス層140の積層関係と同じとなる。

【0156】以上のような各工程を経て、被転写層(薄膜デバイス層)140の二次転写体200への転写が完了する。その後、被転写層(薄膜デバイス層)140に隣接するSiO₂膜の除去や、被転写層140上への配線等の導電層や所望の保護膜の形成等を行うこともできる。

【0157】本発明では、被剥離物である被転写層(薄膜デバイス層)140自体を直接に剥離するのではなく、第1分離層120及び第2分離層160において分離して二次転写体200に転写するため、被分離物(被転写層140)の特性、条件等にかかわらず、容易かつ確実に、しかも均一に転写することができ、分離操作に伴う被分離物(被転写層140)へのダメージもなく、被転写層140の高い信頼性を維持することができる。

【0158】(第2の実施の形態)基板上にCMOS構造のTFTを形成し、これを転写体に転写する場合の具体的な製造プロセスの例を図11～図21を用いて説明する。

【0159】(工程1)図11に示すように、基板(例えば石英基板)100上に、第1分離層(例えば、LPCVD法により形成されたアモルファスシリコン層)120と、中間層(例えば、SiO₂膜)142と、アモルファスシリコン層(例えばLPCVD法により形成される)143とを順次に積層形成し、続いて、アモルファスシリコン層143の全面に上方からレーザー光を照射し、アニールを施す。これにより、アモルファスシリコン層143は再結晶化してポリシリコン層となる。

【0160】(工程2)続いて、図12に示すように、レーザーアニールにより得られたポリシリコン層をパターンニングして、アイランド144a、144bを形成する。

【0161】(工程3)図13に示されるように、アイランド144a、144bを覆うゲート絶縁膜148a、148bを、例えば、CVD法により形成する。

【0162】(工程4)図14に示されるように、ポリシリコンあるいはメタル等からなるゲート電極150a、150bを形成する。

【0163】(工程5)図15に示すように、ポリイミド等からなるマスク層170を形成し、ゲート電極150bおよびマスク層170をマスクとして用い、セルフアラインで、例えばボロン(B)のイオン注入を行う。これによって、p⁺層172a、172bが形成され

る。

【0164】(工程6)図16に示すように、ポリイミド等からなるマスク層174を形成し、ゲート電極150aおよびマスク層174をマスクとして用い、セルフアラインで、例えばリン(P)のイオン注入を行う。これによって、n⁺層146a、146bが形成される。

【0165】(工程7)図17に示すように、層間絶縁膜154を形成し、選択的にコンタクトホール形成後、電極152a～152dを形成する。

【0166】このようにして形成されたCMOS構造のTFTが、図2～図9における被転写層(薄膜デバイス層)140に該当する。なお、層間絶縁膜154上に保護膜を形成してもよい。

【0167】(工程8)図18に示すように、CMOS構成のTFT上に、第2分離層としての熱溶融性接着層160を形成する。このとき、TFTの表層に生じていた段差が、熱溶融性接着剤160により平坦化される。なお、第2分離層は、第1分離層と同様にアブレーション層で構成することもできる。

【0168】ここで、薄膜デバイスであるTFT上にまず絶縁層などの保護層を形成し、その保護層上に第2分離層を設けることが好ましい。特に、第2分離層をアブレーション層とした場合に、アブレーション時に保護層により薄膜デバイス層を保護することができる。

【0169】また、特に第2分離層をアブレーション層にて形成する場合には、その第2分離層自体を第1分離層と同様に多層にて形成することもできる。さらに、この第2分離層と薄膜デバイス層との間に、金属層等の遮光層を設けるとさらに良い。アブレーション時に、薄膜デバイス層に光が入射することを防止できるからである。

【0170】この第2分離層形成後に、第2分離層である熱溶融性接着層160を介して、TFTを一次転写体(例えば、ソーダガラス基板)180に貼り付ける。

【0171】(工程9)図19に示すように、基板100の裏面から、例えば、Xe-Clエキシマレーザー光を照射する。これにより、第1分離層120の層内および/または界面において剥離を生じせしめる。

【0172】(工程10)図20に示すように、基板100を引き剥がす。

【0173】(工程11)さらに、第1分離層120をエッチングにより除去する。これにより、図21に示すように、CMOS構成のTFTが、一次転写体180に転写されたことになる。

【0174】(工程12)次に、図22に示すように、CMOS構成のTFTの下面に、熱溶融性樹脂層160よりも硬化点が低い接着層として、例えばエポキシ樹脂層190を形成する。次に、そのエポキシ樹脂層190を介して、TFTを二次転写体(例えば、ソーダガラス

基板) 200に貼り付ける。続いて、熱を加えてエポキシ樹脂層190を硬化させ、二次転写体200とTFTとを接着(接合)する。

【0175】(工程13)次に、図23に示すように例えばオープン210を用いて熱溶融性樹脂層160を熱により溶融させ、この熱溶融性樹脂層160を境にして、TFTを一次転写体180より引き剥がす。さらに、TFTの下面に残存している熱溶融性樹脂層160を、例えばキシレンなどにより除去する。これにより、図24に示すように、TFTが二次転写体200に転写される。この図24の状態は、図17に示す基板100及び第1分離層120を、二次転写体200及び接着層190に置き換えたものと同じとなる。従って、TFTの製造工程に用いた基板100に対する積層関係が、二次転写体200上にて確保される。このため、電極152a~152dが露出され、それへのコンタクトあるいは配線を容易に行うことができる。なお、図24の状態とした後に、その表層に保護層を形成しても良い。

【0176】(第3の実施の形態) 上述の第1の実施の形態および第2の実施の形態で説明した技術を用いると、例えば、図25(a)に示すような、薄膜デバイスを用いて構成されたマイクロコンピュータを所望の基板上に形成できるようになる。

【0177】図25(a)では、プラスチック等からなる二次転写体としてのフレキシブル基板182上に、薄膜デバイスを用いて回路が構成されたCPU300、RAM320、入出力回路360ならびに、これらの回路の電源電圧を供給するための、アモルファスシリコンのPIN接合を具備する太陽電池340が搭載されている。

【0178】図25(a)のマイクロコンピュータは二次転写体であるフレキシブル基板182上に形成されているため、図25(b)に示すように曲げに強く、また、軽量であるために落下にも強いという特徴がある。また、図25(a)に示すプラスチック基板182は、電子機器のケースを兼用しても良い。こうすると、ケースの内面および外面の少なくとも一方に薄膜デバイスが転写された電子機器を製造できる。

【0179】(第4の実施の形態) 本実施の形態では、上述の薄膜デバイスの転写技術を用いて、図26に示されるような、アクティブマトリクス基板を用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置を作成する場合の製造プロセスの例について説明する。

【0180】(液晶表示装置の構成) 図26に示すように、アクティブマトリクス型の液晶表示装置は、バックライト等の照明光源400、偏光板420、アクティブマトリクス基板440、液晶460、対向基板480、偏光板500を具備する。

【0181】なお、本発明のアクティブマトリクス基板440と対向基板480にプラスチックフィルムのような

フレキシブル基板を用いる場合は、照明光源400に代えて反射板を採用した反射型液晶パネルとして構成すると、可撓性があるため衝撃に強くかつ軽量のアクティブマトリクス型液晶パネルを実現できる。なお、画素電極を金属で形成した場合、反射板および偏光板420は不要となる。

【0182】本実施の形態で使用するアクティブマトリクス基板440は、画素部442にTFTを配置し、さらに、ドライバ回路(走査線ドライバおよびデータ線ドライバ)444を搭載したドライバ内蔵型のアクティブマトリクス基板である。

【0183】このアクティブマトリクス型液晶表示装置の要部の断面図が図27に示され、また、液晶表示装置の要部の回路構成が図28に示される。

【0184】図28に示されるように、画素部442は、ゲートがゲート線G1に接続され、ソース・ドレインの一方がデータ線D1に接続され、ソース・ドレインの他方が液晶460に接続されたTFT(M1)と、液晶460とを含む。

【0185】また、ドライバ部444は、画素部のTFT(M1)と同じプロセスにより形成されるTFT(M2)を含んで構成される。

【0186】図27の左側に示されるように、画素部442におけるTFT(M1)は、ソース・ドレイン層1100a、1100bと、チャンネル1100eと、ゲート絶縁膜1200aと、ゲート電極1300aと、絶縁膜1500と、ソース・ドレイン電極1400a、1400bとを含んで構成される。

【0187】なお、参照番号1700は画素電極であり、参照番号1702は画素電極1700が液晶460に電圧を印加する領域(液晶への電圧印加領域)を示す。図中、配向膜は省略してある。画素電極1700はITO(光透過型の液晶パネルの場合)あるいはアルミニウム等の金属(反射型の液晶パネルの場合)により構成される。

【0188】また、図27の右側に示されるように、ドライバ部444を構成するTFT(M2)は、ソース・ドレイン層1100c、1100dと、チャンネル1100fと、ゲート絶縁膜1200bと、ゲート電極1300bと、絶縁膜1500と、ソース・ドレイン電極1400c、1400dとを含んで構成される。

【0189】なお、図27において、参照番号480は、例えば、対向基板(例えば、ソーダガラス基板)であり、参照番号482は共通電極である。また、参照番号1000はSiO₂膜であり、参照番号1600は層間絶縁膜(例えば、SiO₂膜)であり、参照番号1800は接着層である。また、参照番号1900は、例えばソーダガラス基板からなる基板(転写体)である。

【0190】(液晶表示装置の製造プロセス) 以下、図27の液晶表示装置の製造プロセスについて、図29~

図34を参照して説明する。

【0191】まず、図11～図21と同様の製造プロセスを経て、図29のようなTFT(M1, M2)を、信頼性が高くかつレーザー光を透過する基板(例えば、石英基板)3000上に形成し、保護膜1600を構成する。なお、図29において、参照番号3100は第1分離層(レーザー吸収層)である。また、図29では、TFT(M1, M2)は共にn型のMOSFETとしている。但し、これに限定されるものではなく、p型のMOSFETや、CMOS構造としてもよい。

【0192】次に、図30に示すように、保護膜1600を選択的にエッチングし、電極1400aに導通するITO膜あるいはアルミニウム等の金属からなる画素電極1700を形成する。ITO膜を用いる場合には透過型の液晶パネルとなり、アルミニウム等の金属を用いる場合には反射型の液晶パネルとなる。

【0193】次に、図31に示すように、第2分離層である熱溶融性接着層1800を介して、一次転写体である基板1900を接合(接着)する。なお、第2分離層は、第1分離層と同様にアブレーション層で構成することもできる。

【0194】次に、図31に示すように、基板3000の裏面からエキシマレーザー光を照射し、この後、基板3000を引き剥がす。

【0195】次に、第1分離層(レーザー吸収層)3100を除去する。これにより、図32に示すように、画素部442及びドライバ部44は、一次転写体1900に転写される。

【0196】次に、図33に示すように、熱硬化性接着層2000を介して、二次転写体2100を、SiO₂膜1000の下面に接合する。

【0197】その後、例えば一次転写体1900をオープン上に載置して、熱溶融性接着剤1800を溶融させ、一次転写体1900を離脱させる。保護膜1600及び画素電極1700に付着している熱溶融性接着層1900も除去する。

【0198】これにより、図34に示すように、二次転写体2100に転写されたアクティブマトリクス基板440が完成する。画素電極1700は表層より露出しており、液晶との電気的な接続が可能となっている。この後、アクティブマトリクス基板440の絶縁膜(SiO₂などの中間層)1000の表面および画素電極1700の表面に配向膜を形成して配向処理が施される。図34では、配向膜は省略してある。

【0199】そしてさらに、図27に示すように、その表面に画素電極1700と対向する共通電極が形成され、その表面が配向処理された対向基板480と、アクティブマトリクス基板440とを封止材(シール材)で封止し、両基板の間に液晶を封入して、液晶表示装置が完成する。

【0200】(第5の実施の形態)図35に本発明の第5の実施の形態を示す。

【0201】本実施の形態では、上述の薄膜デバイスの転写方法を複数回実行して、転写元の基板よりも大きい基板(転写体)上に薄膜デバイスを含む複数のパターンを転写し、最終的に大規模なアクティブマトリクス基板を形成する。

【0202】つまり、大きな基板7000上に、複数回の転写を実行し、画素部7100a～7100pを形成する。図35の上側に一点鎖線で囲んで示されるように、画素部には、TFTや配線が形成されている。図35において、参照番号7210は走査線であり、参照番号7200は信号線であり、参照番号7220はゲート電極であり、参照番号7230は画素電極である。

【0203】信頼性の高い基板を繰り返し使用し、あるいは複数の第1の基板を使用して薄膜パターンの転写を複数回実行することにより、信頼性の高い薄膜デバイスを搭載した大規模なアクティブマトリクス基板を作成できる。

【0204】(第6の実施の形態)本発明の第6の実施の形態を図36に示す。

【0205】本実施の形態の特徴は、上述の薄膜デバイスの転写方法を複数回実行して、転写元の基板上よりも大きな基板上に、設計ルール(つまりパターン設計する上でのデザインルール)が異なる薄膜デバイス(つまり、最小線幅が異なる薄膜デバイス)を含む複数のパターンを転写することである。

【0206】図36では、ドライバ搭載のアクティブマトリクス基板において、画素部(7100a～7100p)よりも、より微細な製造プロセスで作成されたドライバ回路(8000～8032)を、複数回の転写によって基板6000の周囲に作成してある。

【0207】ドライバ回路を構成するシフトレジスタは、低電圧下においてロジックレベルの動作をするので画素TFTよりも耐圧が低くてよく、よって、画素TFTより微細なTFTとなるようにして高集積化を図ることができる。

【0208】本実施の形態によれば、設計ルールレベルの異なる(つまり製造プロセスが異なる)複数の回路を、一つの基板上に実現できる。なお、シフトレジスタの制御によりデータ信号をサンプリングするサンプリング手段(図25の薄膜トランジスタM2)は、画素TFT同様に高耐圧が必要なので、画素TFTと同一プロセス/同一設計ルールで形成するとよい。

【0209】(第7の実施の形態)図37、図38は、第1の実施の形態にて用いた第2分離層としての熱溶融性接着層160に代えて、第1の実施の形態の第1分離層120と同じ例えばアモルファスシリコン層220を用いた変形例を示している。図37に示すように、このアモルファスシリコン層220の上に、接着層230を

介して一次転写体180が接合されている。また、図37は第1分離層120にてアブレーションを生じさせるための光照射工程を示し、これは図4の工程と対応している図37の光照射工程の後に基板100及び第1分離層120を、薄膜デバイス層140の下面より除去し、図38に示すように、接着層190を介して二次転写体200を接合する。この後に、図38に示すように、例えば一次転写体180側からアモルファスシリコン層220に光照射する。これにより、アモルファスシリコン層220にてアブレーションが生ずる。この結果、一次転写体180及び接着層230を、薄膜デバイス層140から除去することができる。

【0210】このように、本発明では第1、第2分離層の双方にて順次アブレーションを生じさせて、薄膜デバイス層140を二次転写体200に転写させても良い。

【0211】

【実施例】次に、本発明の具体的実施例について説明する。

【0212】（実施例1）縦50mm×横50mm×厚さ1.1mmの石英基板（軟化点：1630℃、歪点：1070℃、エキシマレーザの透過率：ほぼ100%）を用意し、この石英基板の片面に、第1分離層（レーザ光吸収層）として非晶質シリコン（a-Si）膜を低圧CVD法（Si₂H₆ガス、425℃）により形成した。第1分離層の膜厚は、100nmであった。

【0213】次に、第1分離層上に、中間層としてSiO₂膜をECR-CVD法（SiH₄+O₂ガス、100℃）により形成した。中間層の膜厚は、200nmであった。

【0214】次に、中間層上に、被転写層として膜厚50nmの非晶質シリコン膜を低圧CVD法（Si₂H₆ガス、425℃）により形成し、この非晶質シリコン膜にレーザ光（波長308nm）を照射して、結晶化させ、ポリシリコン膜とした。その後、このポリシリコン膜に対し、所定のパターンニングを施し、薄膜トランジスタのソース・ドレイン・チャネルとなる領域を形成した。この後、1000℃以上の高温によりポリシリコン膜表面を熱酸化してゲート絶縁膜SiO₂を形成した後、ゲート絶縁膜上にゲート電極（ポリシリコンにMo等の高融点金属が積層形成された構造）を形成し、ゲート電極をマスクとしてイオン注入することによって、自己整合的（セルフアライン）にソース・ドレイン領域を形成し、薄膜トランジスタを形成した。この後、必要に応じて、ソース・ドレイン領域に接続される電極及び配線、ゲート電極につながる配線が形成される。これらの電極や配線にはAlが使用されるが、これに限定されるものではない。また、後工程のレーザー照射によりAlの溶融が心配される場合は、Alよりも高融点の金属（後工程のレーザー照射により溶融しないもの）を使用してもよい。

【0215】次に、前記薄膜トランジスタの上に、熱溶融性接着剤（商品名：プルーフワックス）を塗布し、一次転写体として縦200mm×横300mm×厚さ1.1mmの大型の透明なガラス基板（ソーダガラス、軟化点：740℃、歪点：511℃）を接合した。

【0216】次に、Xe-CIエキシマレーザ（波長：308nm）を石英基板側から照射し、第1分離層に剥離（層内剥離および界面剥離）を生じさせた。照射したXe-CIエキシマレーザのエネルギー密度は、250mJ/cm²、照射時間は、20nsecであった。なお、エキシマレーザの照射は、スポットビーム照射とラインビーム照射とがあり、スポットビーム照射の場合は、所定の単位領域（例えば8mm×8mm）にスポット照射し、このスポット照射を単位領域の1/10程度ずつずらしながら照射していく。また、ラインビーム照射の場合は、所定の単位領域（例えば378mm×0.1mmや378mm×0.3mm（これらはエネルギーの90%以上が得られる領域））を同じく1/10程度ずつずらしながら照射していく。これにより、第1分離層の各点は少なくとも10回の照射を受ける。このレーザ照射は、石英基板全面に対して、照射領域をずらしながら実施される。

【0217】この後、石英基板とガラス基板一次（転写体）とを第1分離層において引き剥がし、石英基板上に形成された薄膜トランジスタおよび中間層を、一次転写体であるガラス基板側に一次転写した。

【0218】その後、ガラス基板側の中間層の表面に付着した第1分離層を、エッチングや洗浄またはそれらの組み合わせにより除去した。また、石英基板についても同様の処理を行い、再使用に供した。

【0219】さらに、露出した中間層の下面に、紫外線硬化型接着剤を塗布し（膜厚：100μm）、さらにその塗膜に、二次転写体として縦200mm×横300mm×厚さ1.1mmの大型の透明なガラス基板（ソーダガラス、軟化点：740℃、歪点：511℃）を接合した後、ガラス基板側から紫外線を照射して接着剤を硬化させ、これらを接着固定した。

【0220】その後、熱溶融性接着剤を熱溶融させ、一次転写体であるガラス基板を除去した。これにより、薄膜トランジスタおよび中間層を、二次転写体であるガラス基板側に二次転写した。なお、一次転写体も洗浄により再利用可能である。

【0221】ここで、一次転写体となるガラス基板が石英基板より大きな基板であれば、本実施例のような石英基板からガラス基板への一次転写を、平面的に異なる領域に繰り返して実施し、ガラス基板上に、石英基板に形成可能な薄膜トランジスタの数より多くの薄膜トランジスタを形成することができる。さらに、ガラス基板上に繰り返し積層し、同様により多くの薄膜トランジスタを形成することができる。あるいは、二次転写体となるガラス基板を、一次転写体及び石英基板よりも大型基板と

し、二次転写を繰り返し実施して、石英基板に形成可能な薄膜トランジスタの数より多くの薄膜トランジスタを形成することもできる。

【0222】(実施例2)第1分離層を、H(水素)を20at%含有する非晶質シリコン膜とした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0223】なお、非晶質シリコン膜中のH量の調整は、低圧CVD法による成膜時の条件を適宜設定することにより行った。

【0224】(実施例3)第1分離層を、スピンコートによりゾルーゲル法で形成したセラミックス薄膜(組成: $PbTiO_3$ 、膜厚: 200nm)とした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0225】(実施例4)第1分離層を、スパッタリングにより形成したセラミックス薄膜(組成: $BaTiO_3$ 、膜厚: 400nm)とした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0226】(実施例5)第1分離層を、レーザーアブレーション法により形成したセラミックス薄膜(組成: $Pb(Zr, Ti)O_3$ (PZT)、膜厚: 50nm)とした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0227】(実施例6)第1分離層を、スピンコートにより形成したポリイミド膜(膜厚: 200nm)とした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0228】(実施例7)第1分離層を、スピンコートにより形成したポリフェニレンサルファイド膜(膜厚: 200nm)とした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0229】(実施例8)第1分離層を、スパッタリングにより形成したAl層(膜厚: 300nm)とした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0230】(実施例9)照射光として、Kr-Fエキシマレーザ(波長: 248nm)を用いた以外は実施例2と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。なお、照射したレーザのエネルギー密度は、250mJ/cm²、照射時間は、20nsecであった。

【0231】(実施例10)照射光として、Nd-YAGレーザ(波長: 1068nm)を用いた以外は実施例2と同様にして薄膜トランジスタの転写を行った。なお、照射したレーザのエネルギー密度は、400mJ/cm²、照射時間は、20nsecであった。

【0232】(実施例11)被転写層として、高温プロセス1000℃によるポリシリコン膜(膜厚80nm)の薄膜トランジスタとした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0233】(実施例12)転写体として、ポリカーボネート(ガラス転移点: 130℃)製の透明基板を用い

た以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0234】(実施例13)転写体として、AS樹脂(ガラス転移点: 70~90℃)製の透明基板を用いた以外は実施例2と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0235】(実施例14)転写体として、ポリメチルメタクリレート(ガラス転移点: 70~90℃)製の透明基板を用いた以外は実施例3と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0236】(実施例15)転写体として、ポリエチレンテレフタレート(ガラス転移点: 67℃)製の透明基板を用いた以外は、実施例5と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0237】(実施例16)転写体として、高密度ポリエチレン(ガラス転移点: 77~90℃)製の透明基板を用いた以外は実施例6と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

(実施例17)転写体として、ポリアミド(ガラス転移点: 145℃)製の透明基板を用いた以外は実施例9と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0238】(実施例18)転写体として、エポキシ樹脂(ガラス転移点: 120℃)製の透明基板を用いた以外は実施例10と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0239】(実施例19)転写体として、ポリメチルメタクリレート(ガラス転移点: 70~90℃)製の透明基板を用いた以外は実施例11と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0240】実施例1~19について、それぞれ、転写された薄膜トランジスタの状態を肉眼と顕微鏡とで視観察したところ、いずれも、欠陥やムラがなく、均一に転写がなされていた。

【0241】以上述べたように、本発明の転写技術を用いれば、基板に形成した積層順序を維持したまま、薄膜デバイス(被転写層)を種々の転写体へ二次転写することが可能となる。例えば、薄膜を直接形成することができないかまたは形成するのに適さない材料、成形が容易な材料、安価な材料等で構成されたものや、移動しにくい大型の物体等に対しても、転写によりそれを形成することができる。

【0242】特に、転写体は、各種合成樹脂や融点の低いガラス材のような、基板材料に比べ耐熱性、耐食性等の特性が劣るものを用いることができる。そのため、例えば、透明基板上に薄膜トランジスタ(特にポリシリコンTFT)を形成した液晶ディスプレイを製造するに際しては、基板として、耐熱性に優れた石英ガラス基板を用い、転写体として、各種合成樹脂や融点の低いガラス材のような安価でかつ加工のし易い材料の透明基板を用いることにより、大型で安価な液晶ディスプレイを容易

に製造することができるようになる。このような利点は、液晶ディスプレイに限らず、他のデバイスの製造についても同様である。

【0243】また、以上のような利点を享受しつつも、信頼性の高い基板、特に石英ガラス基板のような耐熱性の高い基板に対し機能性薄膜のような被転写層を形成し、さらにはパターンニングすることができるので、転写体の材料特性にかかわらず、転写体上に信頼性の高い機能性薄膜を形成することができる。

【0244】また、このような信頼性の高い基板は、高価であるが、それを再利用することも可能であり、よって、製造コストも低減される。

【0245】また、本発明の別の形態によれば、上述した通り、必ずしも第1、第2分離層および一次、二次転写体を用いず、一層の分離層および1つの転写体のみを用いて、保形性のある被転写層を基板より転写体側に転写することも可能である。被転写層自体に保形性を持たせるために、薄膜デバイス中の絶縁層を厚くしたり、あるいは補強層を形成することができる。

【0246】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第1の工程を示す断面図である。

【図2】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第2の工程を示す断面図である。

【図3】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第3の工程を示す断面図である。

【図4】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第4の工程を示す断面図である。

【図5】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第5の工程を示す断面図である。

【図6】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第6の工程を示す断面図である。

【図7】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第7の工程を示す断面図である。

【図8】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第8の工程を示す断面図である。

【図9】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第9の工程を示す断面図である。

【図10】第1の基板（図1の基板100）のレーザー光の波長に対する透過率の変化を示す図である。

【図11】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第1の工程を示す断面図である。

【図12】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第2の工程を示す断面図である。

【図13】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第3の工程を示す断面図である。

【図14】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第4の工程を示す断面図である。

【図15】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実

施の形態における第5の工程を示す断面図である。

【図16】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第6の工程を示す断面図である。

【図17】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第7の工程を示す断面図である。

【図18】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第8の工程を示す断面図である。

【図19】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第9の工程を示す断面図である。

【図20】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第10の工程を示す断面図である。

【図21】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第11の工程を示す断面図である。

【図22】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第12の工程を示す断面図である。

【図23】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第13の工程を示す断面図である。

【図24】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態における第14の工程を示す断面図である。

【図25】(a)、(b)は共に、本発明を用いて製造された第3の実施の形態に係るマイクロコンピュータの斜視図である。

【図26】本発明の第4の実施の形態に係る液晶表示装置の構成を説明するための図である。

【図27】図26の液晶表示装置の要部の断面構造を示す図である。

【図28】図26の液晶表示装置の要部の構成を説明するための図である。

【図29】本発明を用いたアクティブマトリクス基板の製造方法の第1の工程を示すデバイスの断面図である。

【図30】本発明を用いたアクティブマトリクス基板の製造方法の第2の工程を示すデバイスの断面図である。

【図31】本発明を用いたアクティブマトリクス基板の製造方法の第3の工程を示すデバイスの断面図である。

【図32】本発明を用いたアクティブマトリクス基板の製造方法の第4の工程を示すデバイスの断面図である。

【図33】本発明を用いたアクティブマトリクス基板の製造方法の第5の工程を示すデバイスの断面図である。

【図34】本発明を用いたアクティブマトリクス基板の製造方法の第5の工程を示すデバイスの断面図である。

【図35】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第5の実施の形態を説明するための図である。

【図36】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第6の実施の形態を説明するための図である。

【図37】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第7の実施の形態における第1光照射工程を説明するための図である。

【図38】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第7の実施の形態における第2光照射工程を説明するための図である。

【符号の説明】

100、3000 基板

120、3100 第1分離層

140、1000~1700 被転写層（薄膜デバイス層）

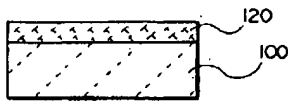
160、1800 第2分離層

18、1900 一次転写体

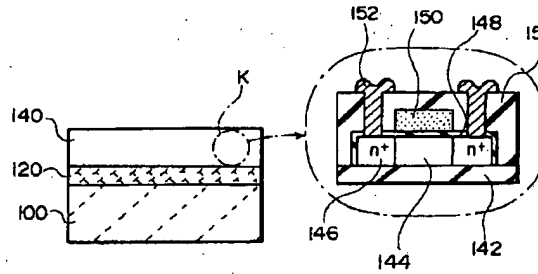
190、2000 接着層

200、2100 二次転写層

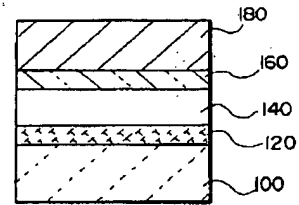
【図1】



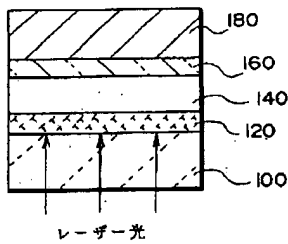
【図2】



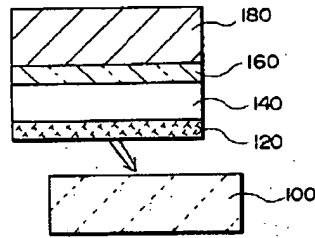
【図3】



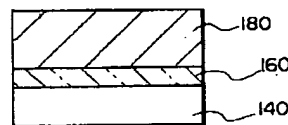
【図4】



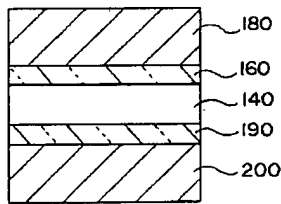
【図5】



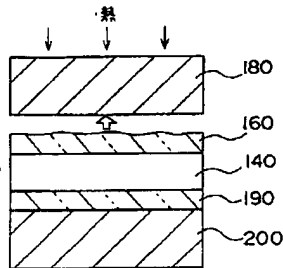
【図6】



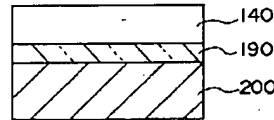
【図7】



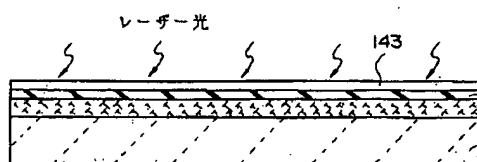
【図8】



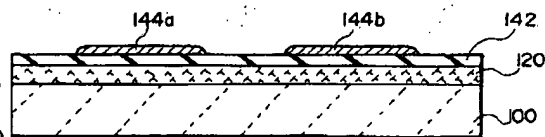
【図9】



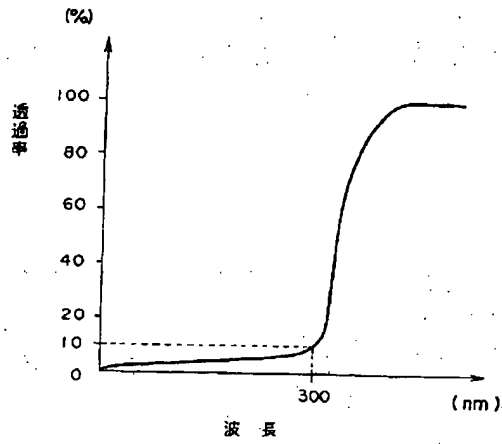
【図11】



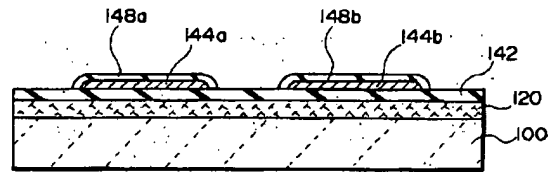
【図12】



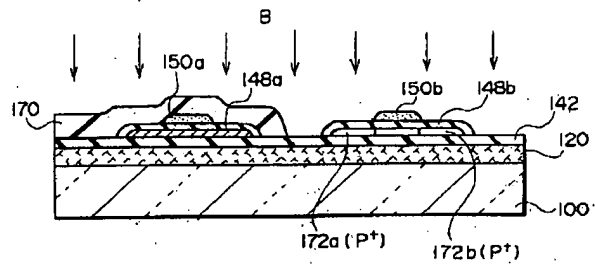
【図10】



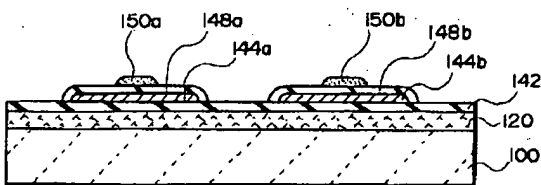
【図13】



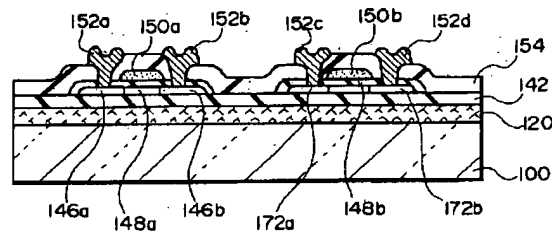
【図15】



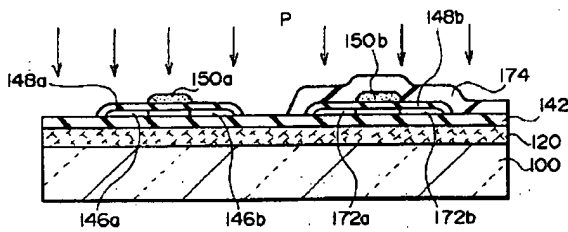
【図14】



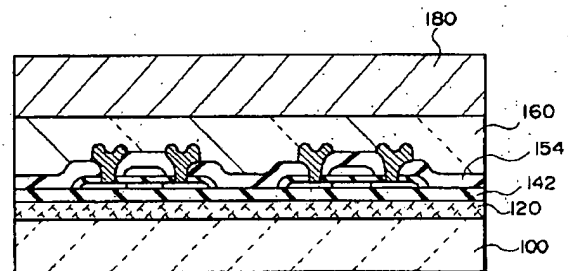
【図17】



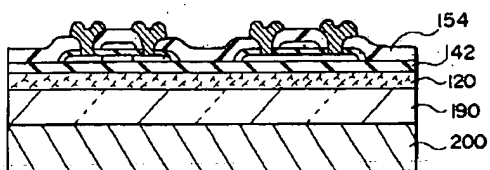
【図16】



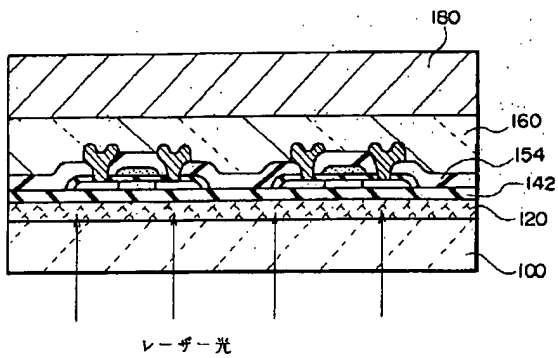
【図18】



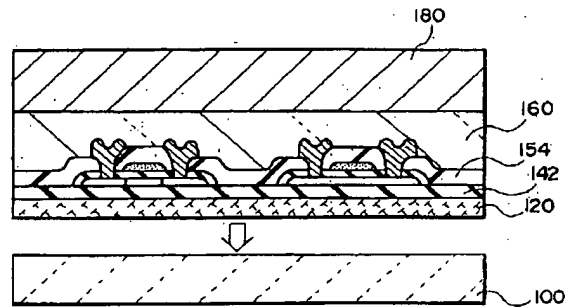
【図24】



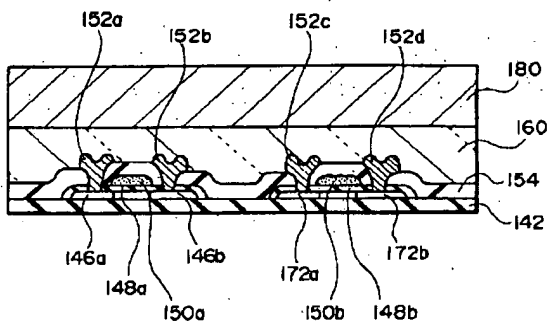
【図19】



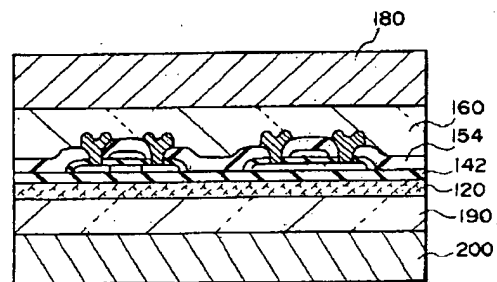
【図20】



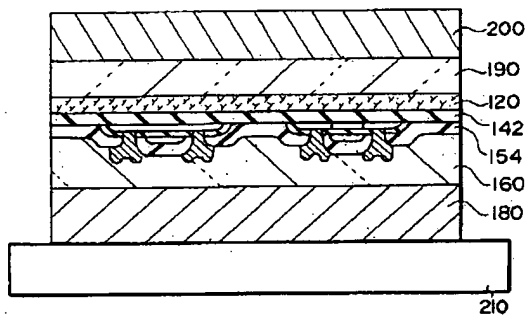
【図21】



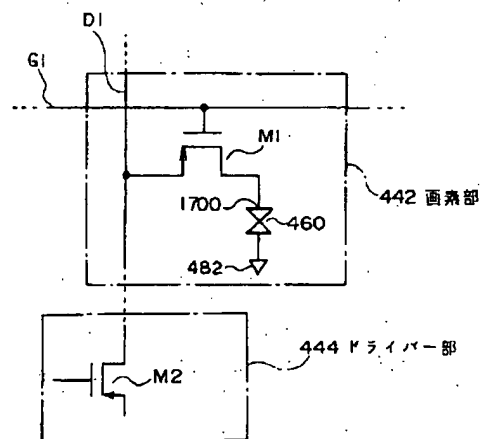
【図22】



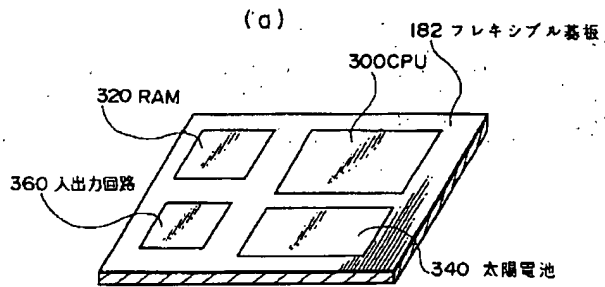
【図23】



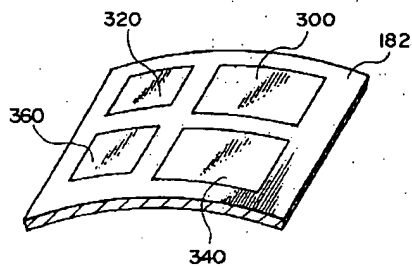
【図28】



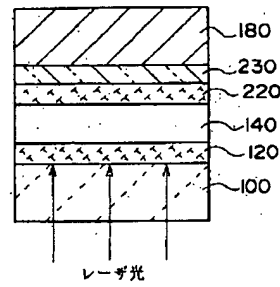
【図25】



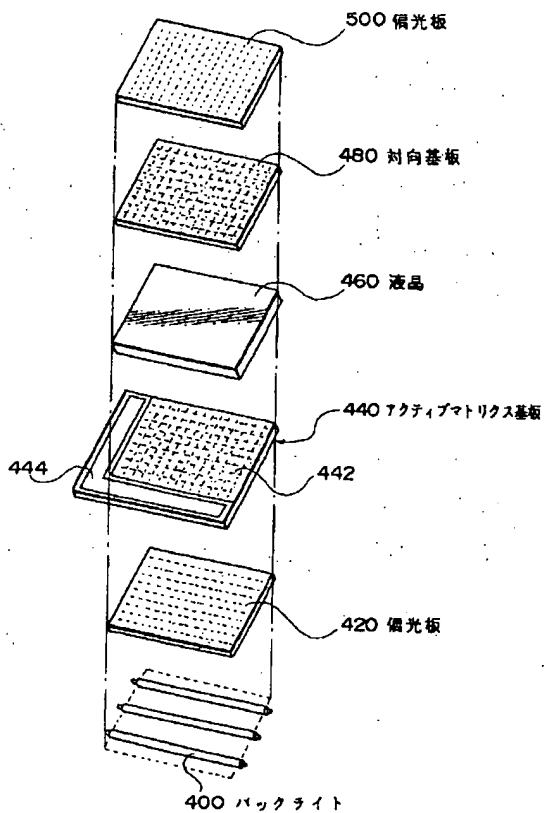
(b)



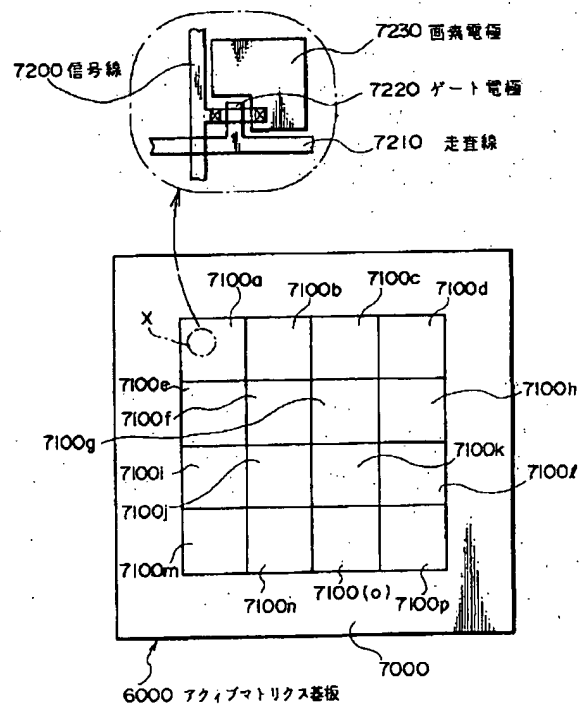
【図37】



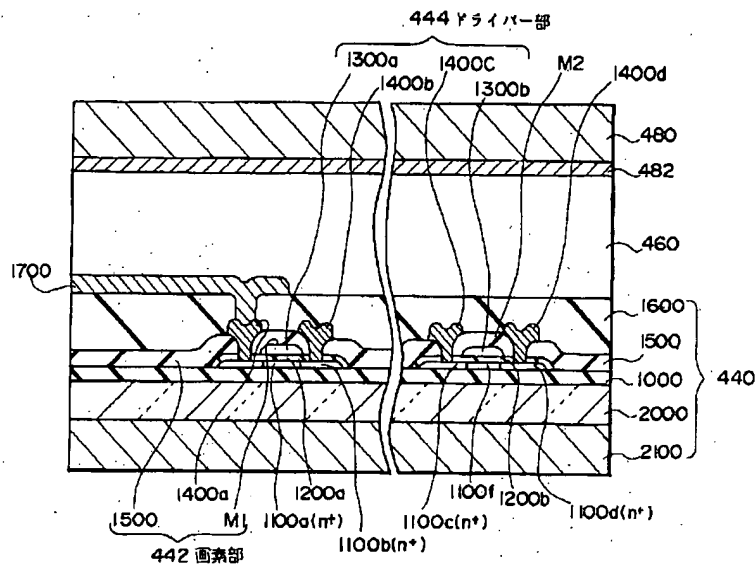
【図26】



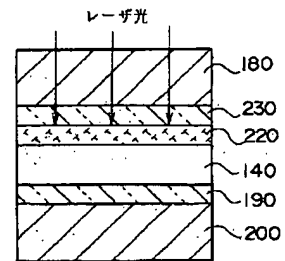
【図35】



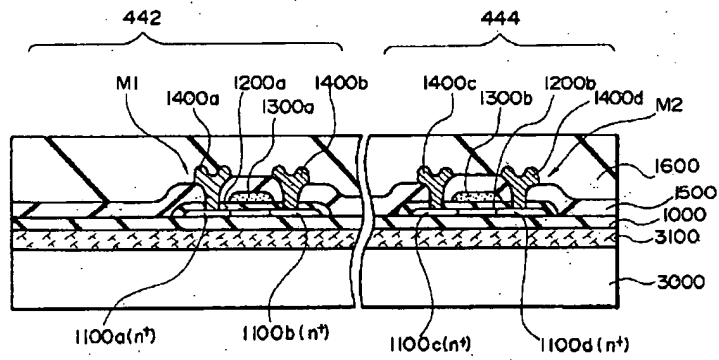
【図27】



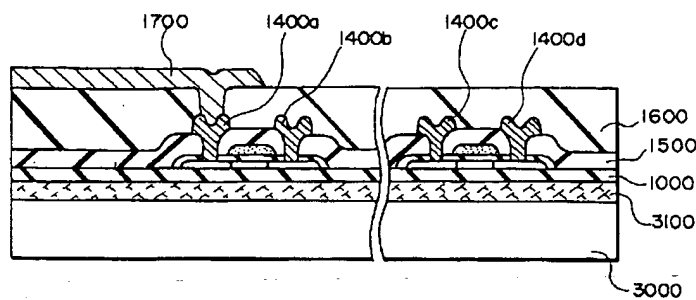
【図38】



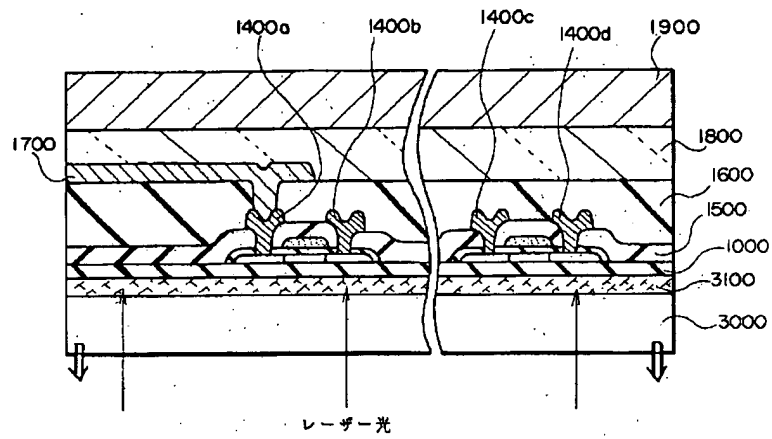
【図29】



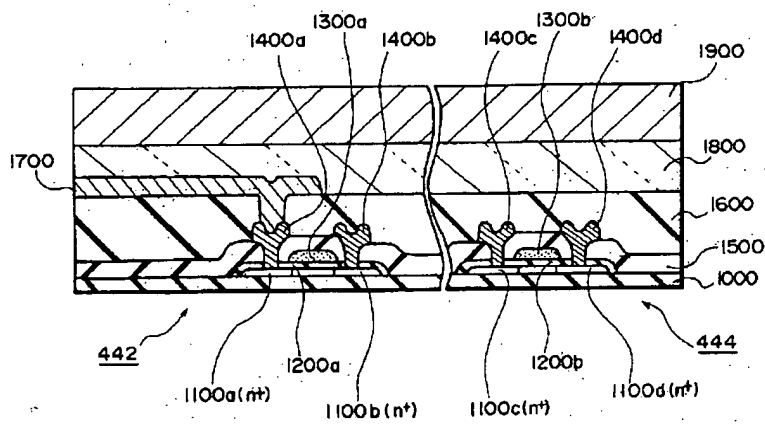
【図30】



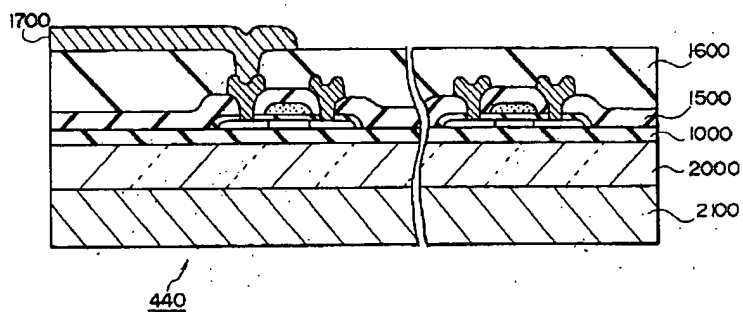
【図31】



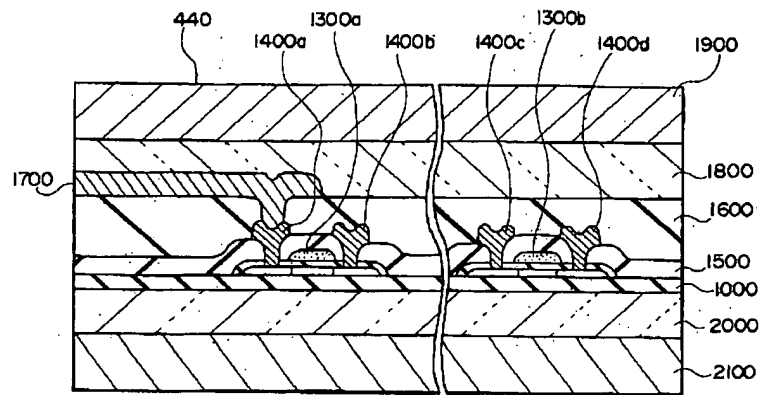
【図32】



【図34】



【図33】



【図36】

